

ZONIFICACION DEL NOA SEGUN EL POTENCIAL DE DISTINTOS METODOS DE ENFRIAMIENTO

Graciela Lesino*, Encarnación Jiménez Alvarez
y Gabriel Chiarito**

INENCO#, Universidad Nacional de Salta
Buenos Aires 177 - 4400 Salta

1- Resumen

El objetivo de este trabajo es distinguir sobre el territorio del NOA las zonas potenciales de aplicación de los distintos métodos de refrescamiento pasivo e híbrido en función de los registros climáticos locales.

En trabajos anteriores (1,2) se ha recopilado datos meteorológicos y desarrollado métodos de clasificación climática. Por otra parte, B. Givoni (3) recomienda distintas estrategias de enfriamiento para acondicionamiento de viviendas según las características higrotérmicas propias del sitio de emplazamiento de los edificios.

En el presente trabajo se realiza una síntesis de ambos estudios para culminar en una zonificación del NOA según el potencial climático de cada región, desprendiéndose de este análisis la estrategia a implementar.

2.- Introducción

Las alternativas de diseño expresadas por B. Givoni (3) en forma de zonas estratégicas para práctica de determinado sistema de refrescamiento, están delineadas en el diagrama psicrométrico sobre consideraciones del clima tales como temperaturas de bulbo húmedo y seco, humedad relativa y absoluta, etc. Las tareas aquí desarrolladas consisten en ponderar estas variables en el territorio del NOA verificando el potencial zonal que aproveche determinada "fuente fría".

La elección de la "fuente fría", que permita acomodar las condiciones interiores de la vivienda de manera que éstas se introduzcan en la zona higrotérmica de confort, depende del potencial relativo que presente el "recurso frío"

de cada región. Se entiende que el "recurso frío" es una característica propia del clima e incluso, que en una misma localización pueden coexistir varias fuentes frías, por lo que es conveniente ponderar la magnitud del recurso a aplicar.

Como ejemplo, puede encontrarse una localización donde los registros higrotérmicos nocturnos permitan realizar prácticas de refrescamiento mediante ventilación estructural de la masa del edificio pero al mismo tiempo se verifique la posibilidad de aprovechar el fenómeno de radiación nocturna. Para estos casos la decisión en cuanto al tipo de sistema de refrescamiento a emplear deberá ponderarla el diseñador, en un marco de análisis más amplio que el rigurosamente térmico.

En este trabajo simplemente se pretende ofrecer una visión al diseñador sobre algunas posibilidades de aplicación del recurso local para la climatización de viviendas en verano mediante prácticas pasivas o híbridas. Con este objeto se han ponderado y zonificado los recursos, dando por resultado una serie de mapas sobre el territorio del NOA que permitan orientar fácilmente al diseñador sobre qué sistemas es aconsejable adoptar.

3.- Metodología

3.1. Consideraciones generales

La información obtenida, vertida en los mapas de las figuras 2, 3, 4 y 5 y en la tabla I, corresponde a 97 estaciones del NOA. En el mapa 1 se ha ubicado su localización geográfica, figurando en la tabla I su latitud, longitud y altura. Para el trazado de las isófonas se ha tenido en cuenta la topografía, factor esencial en la determinación de las características climáticas de la región. Cuando la información es parcial, se ha recurrido al trazo punteado. Los datos climáticos se refieren a valores de verano.

3.2. Ventilación estructural.

* Investigador del CONICET

** Becario del CONICET

Instituto UNSa. - CONICET

Para evaluar el potencial de la ventilación estructural se ha tomado como indicadora la temperatura mínima media del mes más cálido, que es, salvo muy pocas excepciones, la del mes de enero. Ella constituye, en promedio, la temperatura de aire más baja disponible para ventilar el edificio. Dado el salto térmico necesario para los intercambios y la necesidad de ventilar durante varias horas, es un límite inferior de la temperatura alcanzable por la masa de acumulación. En el mapa de la figura 2 se han graficado las isotermas de la mínima media.

3.3. Enfriamiento evaporativo

El sistema analizado está constituido por una pileta de techo, con una cubierta aislada para evitar la influencia de la radiación solar y aberturas laterales que permiten el libre pasaje del aire sobre ella. Los mecanismos de transferencia y las potencias por unidad de área intercambiadas son:

a) convección Q_c

$$Q_c = hc (T - T_a)$$

donde hc es el coeficiente de convección dependiente de la velocidad del aire sobre la superficie del líquido según

$$hc = 5,6 + 1,055 * V \quad (1)$$

con hc en w/m^2 y V en Km/h . El coeficiente hc así calculado incluye el intercambio radiativo con la cubierta.

b) evaporación Q_e

$$Q_e = (hlg / Le cp) hc (ws - wa) \quad (2)$$

donde hlg es el calor latente de vaporización del agua a la temperatura del cambio de fase, Le el número de Lewis, ws la humedad de saturación a la temperatura T , T la temperatura de la superficie líquida, wa la humedad del aire a temperatura T_a y T_a la temperatura del aire.

El calor total evacuado Q_t es

$$Q_t = Q_e + Q_c$$

que se aproxima, para las condiciones de funcionamiento y valores de velocidad de aire mayores de $4Km/h$ por (2)

$$Q_t = 3hc ((T + T_w)/35,9 - 0,01)(T - T_w) - 15 \quad (3)$$

donde T_w es la temperatura bulbo húmedo del aire.

Se ha supuesto para los cálculos que: a) la velocidad del aire sobre la pileta es la del viento promedio, b) dada la inercia del sistema la evaluación se puede realizar con la temperatura bulbo húmedo media diaria, c) la diferencia entre la temperatura de la pileta y la de bulbo húmedo es de $2 C$.

En el mapa de la fig. 3 se ha graficado la temperatura de bulbo húmedo que representa, a menos de $2C$, el mínimo promedio alcanzable por la pileta y en el de la fig. 4 la potencia por unidad de superficie que ésta puede evacuar.

3.4. Enfriamiento radiativo de noche clara

La transferencia de calor por radiación infrarroja desde un radiador caliente a una fuente fría puede ser usada para evacuar calor desde un disipador (típicamente un techo) hacia el cielo nocturno.

La potencia que puede evacuar un radiador depende de su temperatura T_r , de su emisividad E_r , de la emisividad de cielo E_c , de la temperatura ambiente T_a (ambas temperaturas absolutas) a través de

$$Q_r = E_r \sigma (T_r^4 - E_c T_a^4) - hc (T_a - T_r) \quad (4)$$

donde hc es el coeficiente de convección,

El primer sumando es el intercambio por radiación mientras que el segundo representa el intercambio por convección. E_c se aproxima, según Berdahl y Froemberg (4), por

$$E_c = 0,74 + 0,00635 \text{ troc}$$

troc es la temperatura de rocío (C), σ la constante de Stefan-Boltzmann. Para hc se usa la expresión

$$hc = 2,84 + 1,055 * V$$

en la que el primer sumando difiere del valor usado en (1) por tratarse la radiación por separado.

Para la temperatura de radiador se han graficado en el mapa de la fig. 5 las potencias correspondientes a $22 C$, temperatura considerada razonable para un acondicionamiento de verano. La temperatura de rocío depende sólo de la humedad absoluta, que es prácticamente constante en valores medios mensuales a lo largo del día, por lo que se ha usado su valor medio.

4.- Conclusiones

En los mapas se puede observar la superposición de la factibilidad, en primera instancia, de los distintos recursos. El

mapa de media de las mínimas muestra el interesante potencial de la ventilación estructural. En el enfriamiento evaporativo la velocidad del aire tiene gran incidencia. Esto causa por un lado cierta dispersión de los valores de potencia y constituye un llamado de atención con respecto al uso del recurso ya que el viento tiene grandes variaciones locales. El diseño de las circulaciones de aire sobre las piletas deber ser muy cuidadoso, tendiendo a promover velocidades altas sobre la misma. El enfriamiento radiativo requiere mayor estudio ya que los resultados que se presentan se refieren a noches claras y es bien sabido que la nubosidad puede llegar a anular el efecto. En el mapa de radiación nocturna se observa una zona de altura (ver valores en Tabla I) donde es mayor el efecto convectivo que el radiativo, la zona este donde las altas temperaturas externas dan un balance negativo para un radiador a 22 C y finalmente una zona central de interés ya que incluye zonas cálidas húmedas donde otros métodos son impracticables. Para esta evaluación se han tomado valores típicos de confort, lo que no quiere decir que estos sistemas, usados en otras zonas no puedan paliar los problemas de acondicionamiento, aunque no sean una solución total.

Bibliografía

- 1.- L. Saravia, G. Lesino, R. Requena et al - Estudio del Bioclima y de la Vivienda Rural... publicado en Actas de la 7a. Reunión de Trabajo de la ASADES, Rosario, 1981.
- 2.- G. Lesino, E. Jiménez y L. Castro - Análisis del Confort Higrotérmico y Evaluación de... publicación en Actas de la 8a. Reunión de Trabajo de la ASADES, La Pampa, 1983.
- 3.- B. Givoni - Man, Climate and Architecture, Applied Science Publishers Ltd., Londres, 1976.
- 4.- P. Berdahl y R. Fromberg - The Thermal Radiance of Clear Skies, Solar Energy 29, 299, 1982.

T A B L A 1
DATOS PARA LA ZONIFICACION DE LOS MAPAS 2,3,4 Y 5

CODIGO ESTACION	NOMBRE ESTACION	LATITUD (°)(')	LONGITUD (°)(')	ALTITUD (m)	TEMP. MIN. MED. VERANO (C)	TEMP. BULBO HUMEDO (C)	POTENCIA EVACUADA POR EVAPORACION (W/m2)	POTENCIA EVACUADA POR RAADIADOR HORIZONTAL BASL 22 C (W/m2)
94	RIVADAVIA	24 10	62 54	205	22.2	20.0	98.5	-74.9
97	JUJUY (CIUDAD)	24 11	65 18	1503	15.5	18.4	55.5	157.3
100	S. ANTONIO COBRES	24 11	66 21	3709	4.2	7.0	30.3	784.1
103	ING. ESPERANZA	24 13	64 50	900	19.8	21.2	143.8	44.23
106	ALTO COMEDURO	24 14	65 17	1253	16.5	17.2	51.1	161.8
109	EL MANANTIAL	24 16	65 30	250	21.4	22.6	104.2	-44.1
112	SAN JUANCITO	24 21	65 00	900	17.4	19.8	75.3	123.9
115	JUJUY (AERO)	24 23	65 05	905	17.9	20.2	77.0	96.6
118	BAJADA DE PINTO	24 26	64 50	524	18.6	21.4	82.3	61.4
121	SAN FELIPE	24 35	64 13		18.2	22.6	87.5	53.6
124	SAN FERNANDO	24 58	64 29		18.0	22.1	85.4	82.3
127	ALTA	24 41	64 16	690	18.9	20.5	85.9	48.2
130	LAS LIMITAS	24 42	66 35	130	22.0	22.5	78.9	-41.6
133	LA POMA	24 42	66 13	5015	7.6	10.5	49.4	624.1
139	EL ANGOSTO	24 44	65 16	1070	15.5	23.6	83.3	151.6
142	EL CRIBAL	24 44	64 19		16.3	22.1	77.3	72.5
148	GUMES	24 46	65 02	718	18.9	21.8	84.1	49.9
151	SALTA (AERO)	24 51	65 29	1226	16.0	19.4	52.1	139.2
154	SALTA (INTA)	24 54	65 29	1250	16.3	18.0	54.1	145.4
160	PAYOGASTA	25 02	66 07	2410	13.2	16.5	85.4	320.4
163	LA CASUALIDAD	25 03	68 13	4092	5.7	3.2	14.0	
166	EL CARRIL	25 05	65 29	1170	17.0	18.5	69.6	150.7
172	CACHI	25 07	66 16	2280	11.2	13.9	65.1	276.7
175	J. V. GONZALES	25 08	64 08	378	19.7	21.6	85.2	7.4
178	CORONEL HOLDES	25 16	65 29	1143	16.8	23.8	92.8	144.7
181	EL TUNAL	25 16	64 22	425	19.9	22.0	76.9	37.3
184	JURAMENTO	25 20	64 30	470	18.4	20.4	77.9	76.9
187	MIRAFLORES	25 22	64 50	610	17.6	21.4	74.4	90.1
190	LOS MOLINOS	25 25	66 17	2020	10.6	13.6	63.5	418.7
193	TALAPAMPA	25 31	65 34	1115	16.5	18.5	69.6	146.2
199	R. FRONTERA	25 47	64 59	780	17.9	20.0	61.4	95.4

T A B L A 1
DATOS PARA LA ZONIFICACION DE LOS MAPAS 2,3,4 Y 5

CODIGO ESTACION	NOMBRE ESTACION	LATITUD (°)(')	LONGITUD (°)(')	ALTITUD (m)	TEMP. MIN. MED. VERANO (C)	TEMP. BULBO HUMEDO (C)	POTENCIA EVACUADA POR EVAPORACION (W/m2)	POTENCIA EVACUADA POR RAADIADOR HORIZONTAL BASL 22 C (W/m2)
1	LA QUIJACA	22 06	65 36	3459	6.9	7.8	28.8	
4	STA. VICTORIA	22 15	64 59	2170	11.5	13.1	65.7	451.9
7	ALARACHE	22 16	64 35	1000	18.9	20.0	76.2	
10	ASTILLEROS	22 22	64 06	450	19.7	23.0	89.5	10.8
13	LA PAZ	22 27	62 22	250	21.0	23.7	101.0	111.6
16	EL LIPEO	22 27	64 44	690	19.2	21.0	80.5	85.8
19	BALBUENA	22 31	64 26	615	19.8	22.2	85.8	47.3
22	TARTAGUI	22 31	65 48	500	19.6	22.0	86.8	50.6
25	SAN TELMO	22 35	64 14	500	19.6	23.1	81.5	30.1
28	ARRASAYAL	22 42	64 25		20.8	23.4	91.1	19.8
31	AGUA BLANCA	22 45	64 22	405	20.4			60.4
34	PUESTO ROMERO	22 48	64 29		19.5	22.3	78.1	44.3
37	ARRAPAMPA	22 50	65 51	3484	5.6	10.8	35.9	522.1
43	EL ANGSTO	22 54	64 33	490	19.0	22.5	87.1	60.1
49	CANJA DEL TIGRE	23 06	64 13	296	21.0	24.3	86.1	-17.9
52	VADO IRONDO	23 07	64 30	500	19.2	24.2	85.7	26.2
55	ORAN	23 09	64 19	357	21.1	23.3	73.5	9.5
56	NINA AGUILAR	23 12	65 40	4500	0.0			
58	EMBARCACION	23 12	64 16	287	20.1	21.4	80.6	13.8
61	HUMAHUACA	23 12	65 22	2980	6.3	11.2	54.6	589.0
64	EL TABACAL	23 16	64 18	507	20.8	21.4	80.6	5.8
67	CRIA. SANTA ROSA	23 22	64 30	416	21.0	22.7	71.3	13.5
73	YUTO	23 37	64 36	349	19.8	21.0	65.1	26.8
76	PEÑA ALTA	23 39	64 59	1150	17.0			
79	VIVERO HORNILLO	23 40	65 20	2370		13.8	49.0	370.0
82	CATHANCITO	23 43	64 33	367	19.9	22.3	69.9	25.1
85	ING. LEDESMA	23 47	64 49	642	19.9	21.5	66.9	25.8
88	TUMBAYA	23 52	65 28	2094	11.3	14.5	73.8	455.8
91	ARRAYANAL	23 54	65 02	680	16.8			

T A B L A I

DATOS PARA LA ZONIFICACION DE LOS MAPAS 2, 3, 4, Y 5

CODIGO ESTACION	NOMBRE ESTACION	LATITUD (°)(')	LONGITUD (°)(')	ALTITUD (m)	TEMP. MIN. MED. VERANO (C)	TEMP. BULBO HUMEDO (C)	POTENCIA EVACUADA POR EVAPORACION (W/m ²)	POTENCIA EVACUADA POR RADIADOR HORIZONTAL BASE 22 C (W/m ²)
202	PAMPA GRANDE	25 48	65 25	1800	12.7	14.4	67.8	361.2
205	MTE. QUEMADO	25 48	62 51	221	20.9	22.6	104.2	-35.5
208	SAN CARLOS	25 54	65 55	1700	15.1	17.3	102.8	207.8
203	CAFAYATE	26 03	65 58	1610	11.5	15.5	85.3	365.9
210	EL ARENAL	26 15	65 45	185	19.5	24.4	95.4	-4.7
219	POTRERO TABLA	26 21	65 21	950	17.6	20.5	70.8	112.6
222	BENJAMIN PAZ	26 25	65 24	809	17.8	18.0	60.8	111.6
225	BURRUYACU	26 30	64 45	532	10.4	20.6	80.4	113.6
228	SAN VICENTE	26 31	65 15	17.9	17.9	21.0	88.3	75.4
231	CAMPO GALLO	26 35	62 51	190	19.9	21.8	84.1	13.2
234	SAN ARTURO	26 40	64 39	390	19.5	22.2	94.0	40.3
237	SANTA MARIA	26 42	66 02	1957	13.9	15.4	84.7	303.8
240	RAMADA DE ABAJO	26 45	64 48	400	18.4	21.3	89.7	84.0
243	TUCUMAN (OBS)	26 48	65 12	481	19.3	21.3	66.2	55.1
258	VILLA NOGUES	26 53	65 23	1368	15.9	15.3	67.0	259.9
264	PTE DE MEDANO	26 59	66 15	15.5	15.5	15.5	73.8	46.2
267	FAMAILLA	27 03	65 25	303	19.6	21.8	76.1	105.3
273	RIO ANCIOSTURA	27 06	65 36	18.3	18.3	20.4	70.4	61.7
276	LAS HIGUERAS	27 18	65 42	400	19.0	21.8	76.1	61.7
279	LOS HORNITOS	27 20	65 55	1000	15.7	18.3	62.0	249.3
282	POTRERO CLAVILLO	27 24	65 59	1300	12.4	16.4	54.3	38.1
285	MTE. REDONDO	27 27	65 27	380	20.1	21.8	92.1	76.4
297	ANDALGALA	27 55	66 19	1072	18.1	18.4	62.3	-1.1
300	LA BANDA	27 45	64 15	187	19.8	22.3	102.6	-19.9
303	SANTIAGO DEL ESTERO	27 46	64 18	199	20.4	21.7	99.5	58.5
306	LA COCHA	27 47	65 34	443	19.2	20.8	72.1	155.7
309	TINOGASTA	28 04	67 34	1201	16.8	18.4	150.8	-91.7
312	CATANARCA	28 26	65 46	531	21.4	20.6	131.9	15.9
315	ASATUYA	28 28	62 50	108	19.9	21.4	98.1	97.7
318	SUMALAO	28 29	65 44	524	21.6	19.9	97.7	-35.2

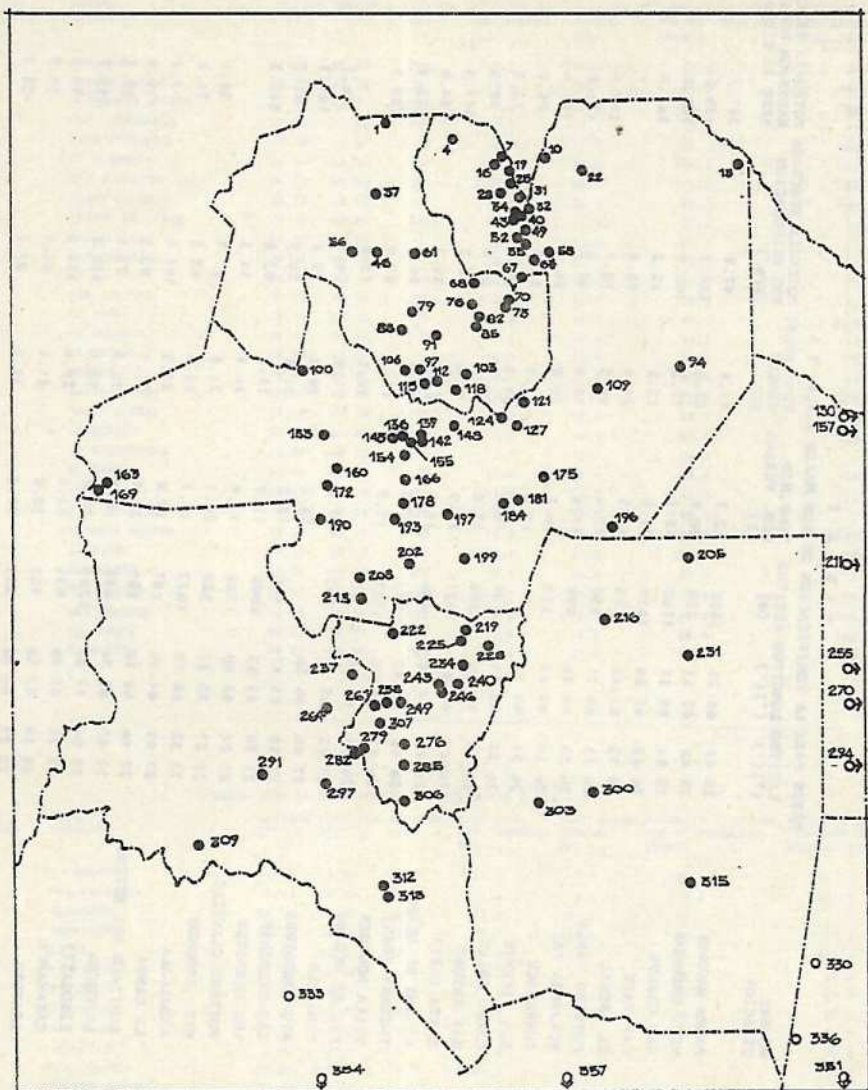


FIGURA 1: ESTACIONES

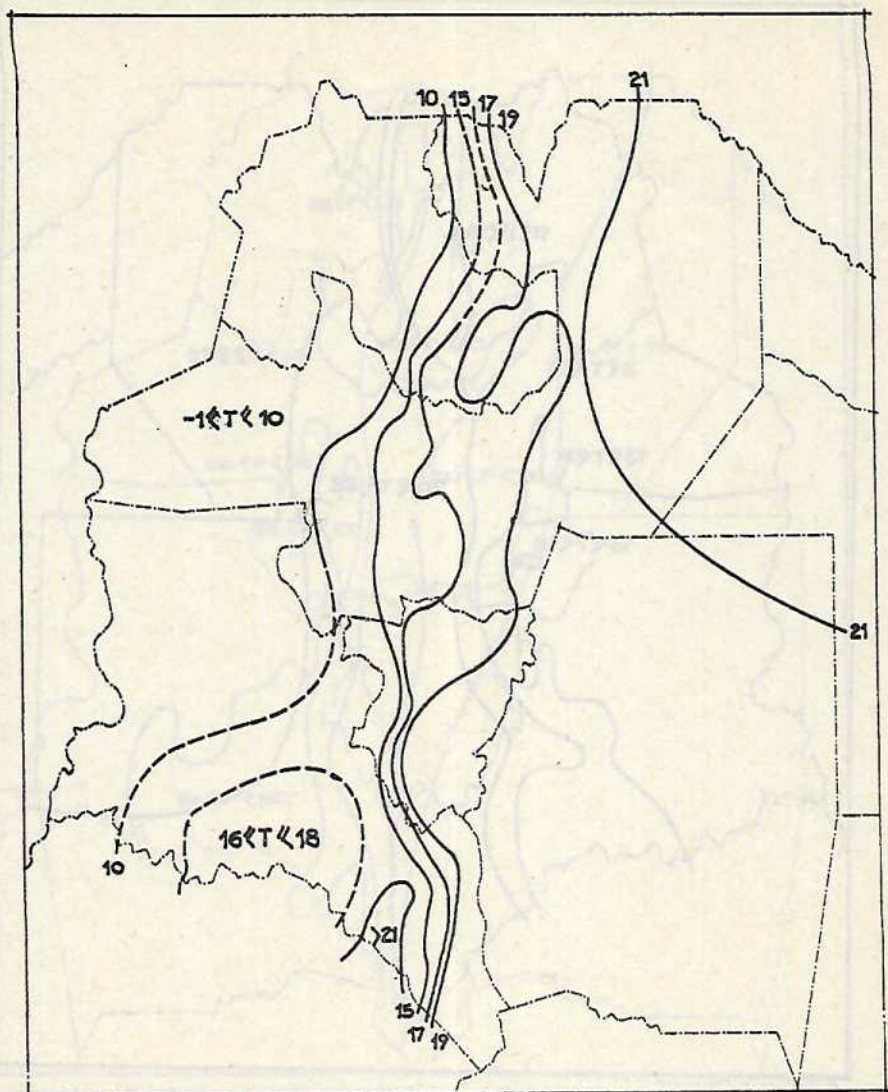


FIGURA 2: TEMPERATURAS MINIMAS MEDIAS

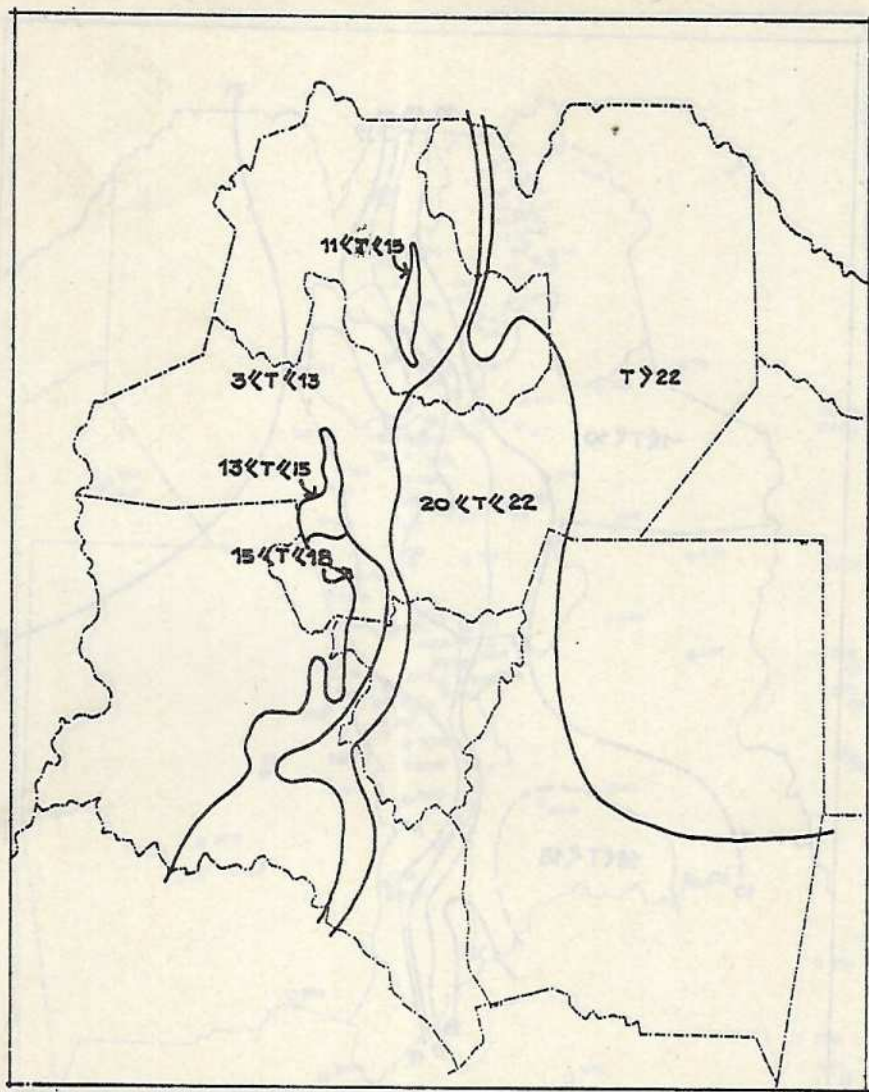


FIGURA 3: TEMPERATURAS DE BULBO HÚMEDO

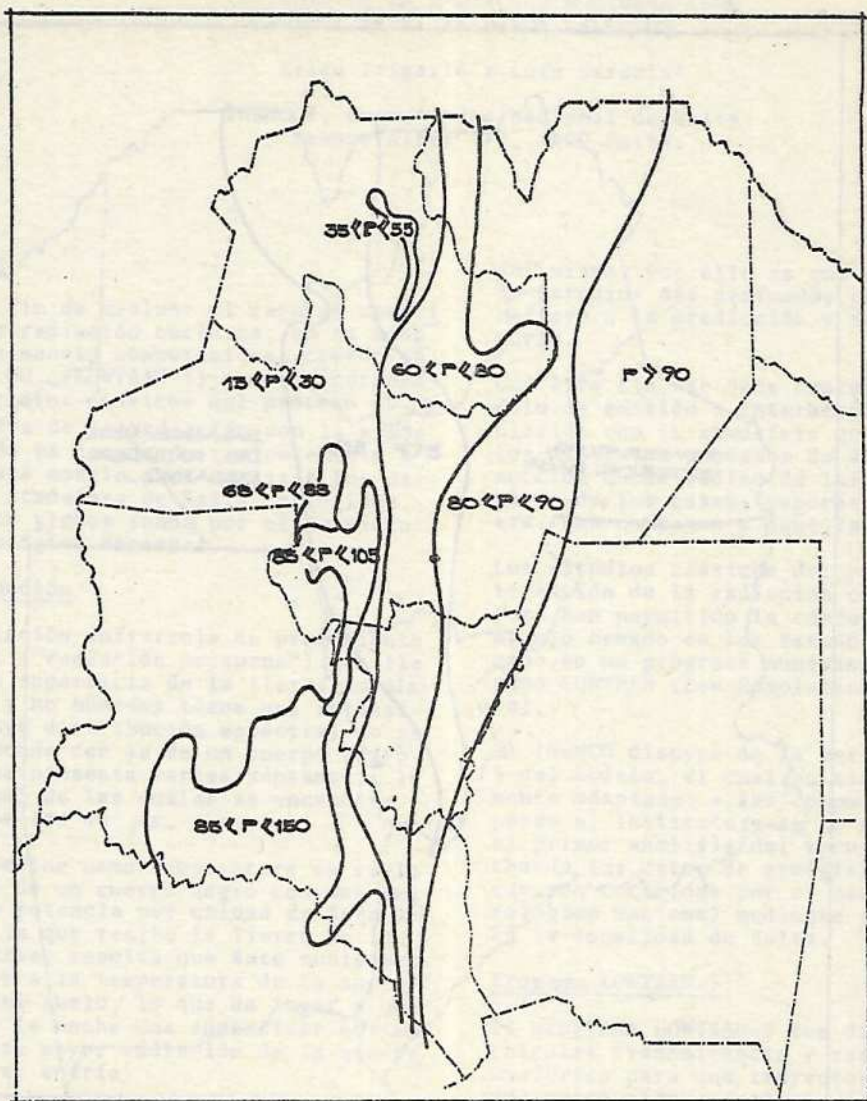


FIGURA 4: POTENCIA EVACUADA POR m^2 MEDIANTE EVAPORACIÓN EN w/m^2

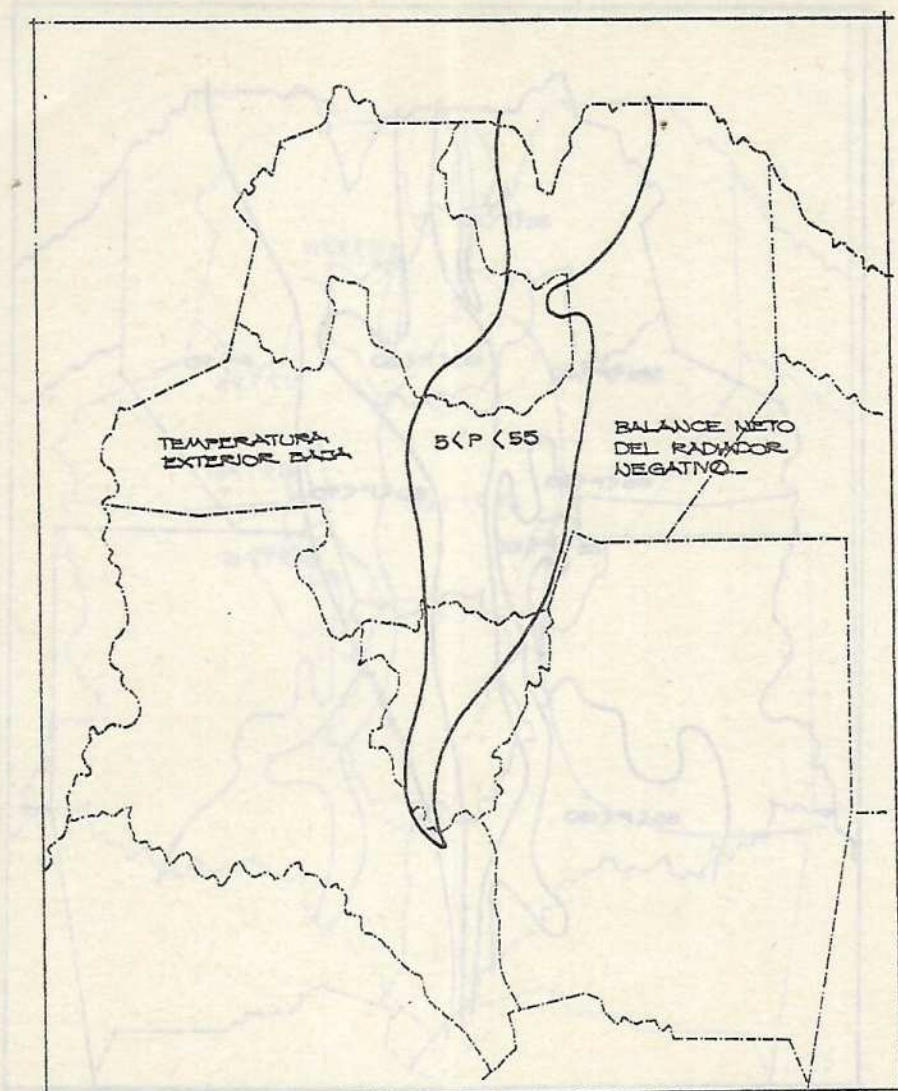


FIGURA 5: POTENCIA EVACUADA POR RADIADOR HORIZONTAL A 22 C EN W/m² PARA CIELO CLARO.